

## **Vulnérabilité et adaptation des sociétés montagnardes à la torrentialité au cours du *Petit Age Glaciaire* dans les Pyrénées**

J.-M. Antoine\*

### **Introduction**

Le *Petit Age Glaciaire* (PAG) est un des changements environnementaux majeurs intervenus dans l'hémisphère nord depuis le Moyen-Age, attesté de manière spectaculaire par les avancées des glaciers alpins. Le parallèle avec d'autres indicateurs est plus difficile à établir, bien que cela ait été tenté avec les tempêtes, les sécheresses, ou plus fréquemment avec les inondations, notamment dans l'Europe alpine et l'Europe anglo-saxonne (Brazdil *et al.*, 1999). Concernant l'Europe méditerranéenne et l'Europe du sud, une synthèse a récemment tenté de faire le point sur cette question<sup>1</sup>, en particulier dans les Pyrénées où nous avons abordé les relations entre PAG et torrentialité (Antoine, 2009). On se propose donc ici dans un premier temps de mettre en évidence l'emballlement de la dynamique torrentielle pyrénéenne au cours du PAG. Dans un second temps seront abordés les caractères de la vulnérabilité et de l'adaptation des sociétés pyrénéennes à ce changement. Non sans avoir précisé au préalable méthodes d'analyse et champs sémantiques de ces concepts transdisciplinaires, d'usage ancien dans les sciences exactes et sociales, mais dernièrement renouvelés par la problématique du *Global Change* et des changements climatiques.

### **1. *Petit Age Glaciaire* et aléas hydroclimatiques extrêmes**

#### **1.1. Signatures hydroclimatiques du *Petit Age Glaciaire***

Climatologues et historiens ont initialement abordé le *Petit Age Glaciaire* par le biais d'indicateurs météorologiques directs (*direct data* : séries de températures et de précipitations), ou indirects (*proxy data* : variations des langues glaciaires alpines, dendrologie, phénologie, mercuriales) (Le Roy Ladurie, 1967 ; Lamb, 1977 ; Alexandre, 1987 ; Pfister, 1988 ; Grove, 1988...). Les événements hydroclimatiques extrêmes n'ont été envisagés comme des marqueurs potentiels que bien plus tard, alors que pourtant nombre d'entre eux soient à même de traduire les changements de l'ensemble des conditions climatiques au PAG : séquences de sécheresse (Garnier, 2009), orages de grêle (Desplat, 1995), tempêtes et coups de vent (Lamb, 1991), vagues de froids, coups de gel et embâcles des cours d'eau, avalanches, inondations et crues torrentielles (Antoine *et al.*, 1993 ; Barriendos Vallvé, 1993 ; Pavese *et al.*, 1995 ; Pichard, 1995 ; Benito *et al.*, 1996 ; Barriendos, Martin-Vide, 1998 ; Brazdil *et al.*, 1999...).

Ce désintérêt relatif pour les événements extrêmes s'explique par la difficulté à les manipuler dans une perspective climatique. Il s'explique aussi par une force démonstrative bien moindre que celle des indicateurs classiques, pour deux raisons essentielles. Avec les phénomènes hydrométéorologiques, on doit faire face à une discordance spatio-temporelle majeure dès lors qu'on tente de confronter une tendance – le climat –, nécessairement moyenne et de champ d'action régional, et un événement – l'inondation, l'orage, l'avalanche... –, ponctuel dans l'espace comme dans le temps, et par ailleurs tout aussi largement conditionné par des facteurs aérologiques ou géographiques locaux (reliefs, pente, couverture végétale...). Quant à l'évolution de la fréquence et de l'intensité de phénomènes plus purement climatiques (sécheresse, gel...), il est difficile d'y faire la part, en tout cas dans les milieux tempérés, de ce qui relève de changements climatiques et de ce qui relève de la variabilité interannuelle habituelle du climat.

---

\* - Enseignant-chercheur, Département de Géographie et GEODE UMR 5602-CNRS, Université de Toulouse II-Le Mirail.

1 - « Le Petit Age Glaciaire dans le sud de la France », *Archéologie du Midi Médiéval*, t. 27, 2009.

Il est néanmoins possible de lier les événements hydroclimatiques extrêmes au changement climatique, notamment par le biais de la notion fondamentale d'intensité/fréquence des phénomènes : hauteur et débit des crues ; volumes des épandages torrentiels, des avalanches, des terrains glissés ou des blocs éboulés ; vitesse des vents ; intensité et durée des vagues de froids ou de sécheresse ; épaisseur de sol ou de rivière gelée... Une augmentation de la fréquence des événements de grande intensité pourra ainsi être considérée comme un marqueur puisque, plus l'intensité d'un événement est grande, plus il est statistiquement rare. L'extension spatiale des phénomènes pourra aussi passer pour un indicateur, dans la mesure où les événements d'ampleur régionale, surtout si ils sont répétitifs, pourront être plus indiscutablement corrélés à une configuration climatique régionale spécifique. Enfin, au-delà de ces critères d'ordre quantitatif, certains critères plus qualitatifs peuvent également marquer la singularité hydroclimatique du PAG. On pense par exemple aux saisons de survenance des événements, pouvant rendre compte d'hivers longs ou précoces, de printemps froids ou d'étés « pourris »... (Antoine, 2009 et 2010).

## 1.2. Dynamique des aléas torrentiels lors du PAG pyrénéen

Dans les Pyrénées, l'histoire médiévale et moderne des phénomènes hydroclimatiques extrêmes est mal connue, à l'exception des crues torrentielles et des avalanches, dont l'approche historique a été développée au sein du laboratoire GEODE UMR 5602-CNRS à la fin des années 1980, à l'occasion de thèses, de programmes scientifiques, de mémoires universitaires ou encore d'études pour les services de l'Etat (services RTM, DIREN Midi-Pyrénées, DDE...). Ces travaux reposent essentiellement sur l'exploitation de sources archivistiques constituées de documents textuels, cartographiques et iconographiques. Ils ont permis d'établir que les inondations et les crues torrentielles avaient adopté dans les Pyrénées une dynamique singulière au cours du PAG, en particulier au cours des XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles (Antoine *et al.*, 1995 ; Antoine, 2009), pouvant passer ainsi pour une signature hydrologique de cette période (Fig. 1).

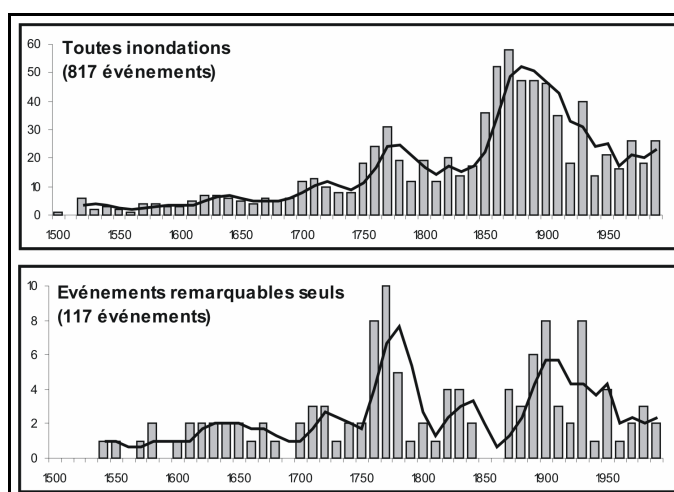


Figure 1 – Inondations et crues torrentielles recensées dans les Pyrénées (1500-2000)

Fréquence et intensité des événements plaident dans ce sens, avec des crues extensives parmi les plus grandes répertoriées (en 1712, 1750, 1765, 1770, 1772, 1875, 1897...), associées à des événements torrentiels localisés, particulièrement répétitifs et destructeurs, tels ceux survenant en Haute-Ariège entre 1750 et 1774 (Antoine, 1992) : 14 morts et 10 maisons détruites à Miglos en juillet 1750 ; encore 11 morts et 8 maisons emportées dans le même lieu en août 1762 ; 8 morts et plusieurs maisons emportées à Prades en août 1774. Même si ces événements hors norme essaient en « crises » particulièrement virulentes (1750-1780, 1850-1910), une « ambiance catastrophique » continue est entretenue par le bruit de fond des

événements hydrologiques et torrentiels courants, propres au fonctionnement des milieux montagnards. On est par ailleurs d'autant plus enclin à envisager ces événements inventoriés par des méthodes archivistiques comme des marqueurs objectifs du PAG, qu'ils sont corroborés par des indicateurs géomorphologiques et sédimentologiques dans la partie orientale de la chaîne (Carozza *et al.*, 2009).

Mesurer la vulnérabilité des sociétés pyrénéennes à ces phénomènes demande d'abord à ce que soient détaillées les formes prises concrètement par l'aléa inondation/ torrentialité en montagne. Les fonds des vallées principales sont touchés par l'inondation proprement dite, là où ils sont suffisamment larges et plats, c'est-à-dire dans les bassins intra-montagnards, les ombilics et les bassins de confluence. Les caractères hydrologiques du phénomène sont là très voisins de ceux des inondations de plaine : submersion des lits majeurs par des lames d'eau dépassant rarement un mètre, avec des vitesses de courant peu élevées et des transports solides modérés. Dans les thalwegs plus étroits et au profil plus tendu des cours d'eau torrentiels secondaires, le phénomène vire à la crue torrentielle, caractérisée par de brusques variations de débits, des vitesses élevées, une forte proportion de matériaux solides dans les écoulements et, par conséquent, une capacité d'érosion verticale et latérale décuplée. Ces crues sont particulièrement virulentes sur les cônes de déjection torrentiels étalés sur les fonds de vallée, à la confluence des torrents avec les rivières principales. Enfin, le troisième type de phénomène, la torrentialité *s.s.*, agit de façon diffuse et aléatoire sur les versants, ouvrant des ravines plus ou moins larges et profondes dans les manteaux de débris superficiels, et conduisant à l'accumulation au pied des versants des matériaux ainsi mobilisés.

Quelles que soient les époques considérées, crues et torrentialité constituent donc une menace bien tangible pour les sociétés montagnardes, le bâti et les terroirs agro-sylvo-pastoraux. Mais la vulnérabilité qui en résulte a bien entendu pris des formes spécifiques dans le double contexte, historique des époques médiévales et modernes, et climatique du PAG.

## **2. Les modalités de la vulnérabilité sociale et spatiale**

Vulnérabilité et adaptation sont des concepts extrêmement riches et leur mobilisation par la communauté scientifique n'est pas sémantiquement univoque. Une clarification terminologique préalable est donc nécessaire, d'autant qu'on ambitionne de transposer les deux concepts aux sociétés médiévales et modernes.

### **2.1. Définitions et méthode d'évaluation**

La vulnérabilité est un concept polysémique, pouvant intégrer des notions aussi diverses que l'endommagement, l'exposition, la sensibilité des enjeux, ou encore la robustesse, l'adaptation, l'ajustement, la mitigation, la résistance et la résilience des sociétés (Smithers, Smit, 1997 ; Smit, Wandel, 2006 ; Gallopin, 2006 ; Reghezza, 2006). Tous les auteurs relèvent par conséquent la difficulté à en donner une définition univoque (Adger, 2006 ; Becerra, Peltier dir., 2009). On retiendra cependant celle de F. Léone et F. Vinet (2006), qui conçoivent la vulnérabilité comme la « *propension à l'endommagement ou au dysfonctionnement de différents éléments exposés (biens, personnes, activités, fonctions, systèmes) constitutifs d'un territoire et d'une société donnés* ».

Il y a aujourd'hui deux façons d'apprécier la vulnérabilité. L'approche analytique l'envisage de façon sectorielle, en évaluant les impacts « objectifs » des phénomènes sur les enjeux exposés, et par nature d'enjeux exposés (humains, matériels, environnementaux) (*vulnérabilité analytique*). Cette approche, la première à avoir été utilisée et facile à mettre en œuvre, s'avère très opérationnelle en termes d'aménagement du territoire. L'approche synthétique (*vulnérabilité synthétique* ou mieux, *vulnérabilité systémique*) considère au contraire la vulnérabilité globale comme un système dynamique s'articulant autour des interactions complexes de facteurs de vulnérabilité directe et indirecte (coût de reconstruction

d'un pont vs coût économique de la coupure de la voie de communication), physique et fonctionnelle, interne et externe aux enjeux (vulnérabilité liée à l'état physique des individus vs vulnérabilité liée à l'intensité de l'aléa)... Cette vulnérabilité intégrée ne peut par conséquent être étudiée que dans le cadre de systèmes territoriaux, notamment urbains. Beaucoup plus difficile à mener, cette approche est pourtant la plus à même d'appréhender la complexité de la vulnérabilité des sociétés modernes, organisées en réseaux divers à des échelles territoriales variées, et donc d'ouvrir la voie à sa réduction.

La vulnérabilité des sociétés du passé a été peu explorée, ainsi que l'a noté Ch. Pfister (2010), un des seuls auteurs à s'être intéressé à la question sous l'angle des changements climatiques du PAG. Mais il ne retient essentiellement comme facteur de vulnérabilité lié au PAG que les effets négatifs sur les récoltes et les crises de subsistance consécutives (Pfister, Brazdil, 2006 ; Pfister, 2007). Pour dépasser ce réductionnisme, nous adopterons une approche hybride : analytique (par grandes catégories d'enjeux), mais aussi intégrée et systémique (en tenant compte des vulnérabilités indirectes, des relations entre les facteurs de vulnérabilité, des chaînes de vulnérabilité...). Nous aborderons donc la vulnérabilité des sociétés pyrénéennes traditionnelles à la torrentialité en considérant trois grands types d'enjeux et donc de vulnérabilité :

- la **vulnérabilité humaine et sociale**, constituée par les atteintes à la vie ou à la santé des personnes ; elle est fonction de l'intensité de l'aléa et de la sensibilité intrinsèque (perception, connaissance, capacités physiques des individus...) et extrinsèque (efficacité de la protection/prévention, de l'alerte, des secours, des soins...) ;
- la **vulnérabilité matérielle ou structurelle**, concernant l'habitat, les bâtiments agricoles, industriels, artisanaux et commerciaux, les réseaux de transport et de communication ; elle est aussi fonction de l'intensité de l'aléa mais également de l'adaptation passive des structures et de leur capacité de résistance physique à l'aléa ;
- la **vulnérabilité fonctionnelle et économique**, relative aux activités socio-économiques diverses des sociétés ; elle est fonction du niveau d'endommagement des biens, des structures et des personnes, et des capacités de la société à restaurer le fonctionnement des activités interrompues ou perturbées (autrement appelée résilience).

Dans la mesure où les sociétés pyrénéennes traditionnelles sont largement autarciques et l'emboîtement des territoires, et donc des divers réseaux, très élémentaire, cette approche analytique peut être transposée à l'époque médiévale et moderne. Même si, bien entendu, la sensibilité des sociétés à ces types de vulnérabilité a depuis évolué, tout comme l'importance relative de chacun d'entre eux dans la vulnérabilité globale.

## **2.2. Une vulnérabilité humaine étroitement liée à celle de l'habitat**

On sait que la vulnérabilité humaine a été très forte au cours des périodes médiévales et modernes, quels que soient les « aléas » considérés : épidémies, carences alimentaires, guerres, aléas climatiques... (Delumeau, Lequin, 1991). On conçoit donc aisément qu'elle l'ait été également face aux événements torrentiels extrêmes et à leur répétition durant le PAG.

Face au torrent déchaîné, la mort est ainsi souvent au rendez-vous, qu'il s'agisse de « petites » catastrophes – 2 morts à Cadeilhan-Trachère (Hautes-Pyrénées) le 22 juillet 1719 (Antoine, 1995) –, ou de grands désastres : plusieurs dizaines de victimes lors des crues torrentielles du torrent des Moulines à Verdun (Ariège) les 8 mai 1613 et 23 juin 1875 (Antoine, 1992). Les décès interviennent dans trois contextes. Une minorité de victimes (3% du total) sont atteintes au moment de traverser les rivières ou quand elles cheminent à proximité. Une autre minorité

(2%) est touchée en pleine activité : cultivateurs occupés aux travaux des champs le 16 juillet 1632 à Foix en Ariège (Antoine, 1992), pâtres gardant leurs troupeaux le 6 juin 1883 à Lège en Haute-Garonne (Antoine, 1994), agents des *Ponts & Chaussées* réparant une route en 1848 à Cadéac dans les Hautes-Pyrénées (Antoine, 1995), tous emportés ou ensevelis par les écoulements torrentiels. La majeure partie des victimes (95%) sont néanmoins surprises dans leurs habitations, noyées, emportées par le courant ou encore écrasées sous les décombres. Dans ce dernier cas, et donc dans la majorité des événements meurtriers, la vulnérabilité humaine est par conséquent étroitement associée à la vulnérabilité de l'habitat.

Les habitations sont vulnérables plus en raison de l'intensité exacerbée de l'aléa lors du PAG et par leur exposition, c'est-à-dire par leur proximité des torrents ou des rivières, que par une éventuelle moindre qualité de leurs matériaux ou une architecture inadaptée, arguments restant à démontrer. Dans les Pyrénées commingeoises, plus de la moitié des noyaux d'habitat groupé sont ainsi situés sur des cônes de déjection torrentiels, et donc franchement soumis au risque torrentiel (Antoine, Desailly, 2001). Quand cet habitat est en outre situé sur la partie sommitale des cônes, le risque de destruction est maximum : ainsi, lors de la crue du 23 juin 1875 à Verdun (Ariège), on dénombra dans le quartier du *Barry-d'en-Haut*, outre les 81 victimes surprises dans leur sommeil, 30 maisons, 16 granges et 5 usines hydrauliques complètement détruits (Fig. 2). Parmi les crues destructrices pour l'habitat, on peut citer celles du 8 mai 1613 à Verdun encore (25 maisons au hameau d'*Arniguel*), de 1703 à Salies-du-Salat en Haute-Garonne (128 maisons) (Henry, 1985), du 4 juin 1762 à Barèges dans les Hautes-Pyrénées (17 maisons) et du 4 octobre 1937 à Couflens-Salau en Ariège (36 maisons et 20 granges) (Métailié dir., 1991), ou encore du 6 octobre 1820 à Limoux dans l'Aude (43 maisons) (Bourdel, Gomez, 1994).

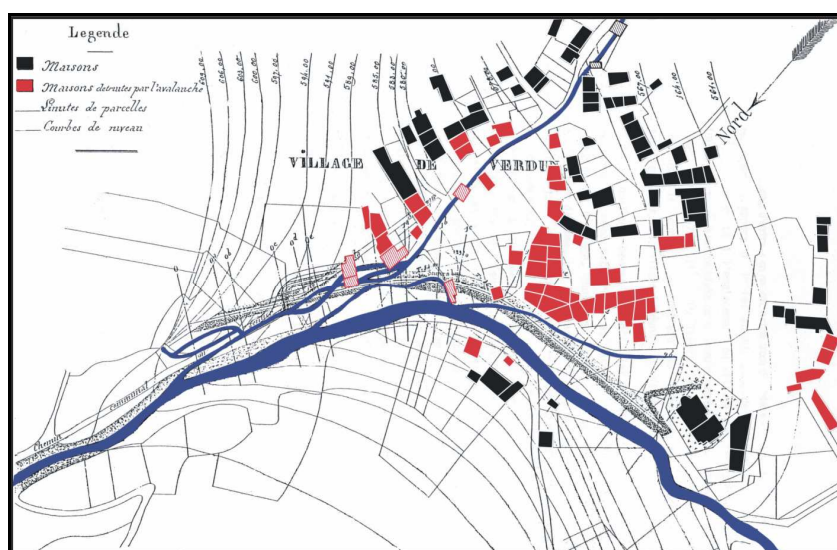
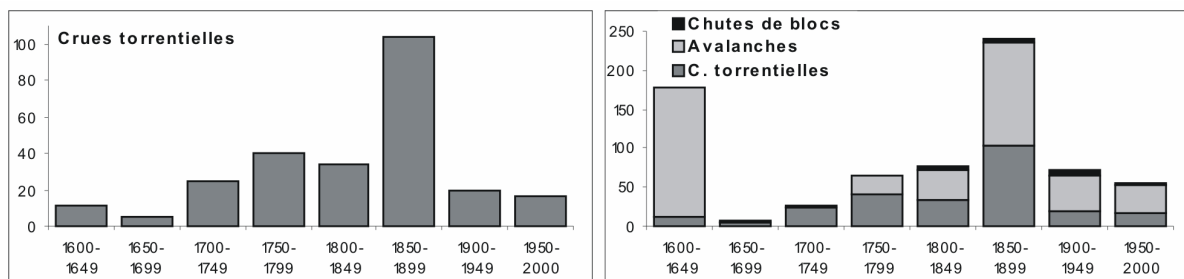


Figure 2 – Bâtiments détruits (en grisé) par la crue du 23 juin 1875 à Verdun, Ariège (AD<sup>2</sup> 09, série 110 S 14)

Au total, la vulnérabilité humaine et la mortalité relatives aux crues torrentielles paraissent indiscutablement plus élevées lors de la fin du PAG, aux XVIIIe-XIXe siècles, et notamment dans leurs secondes moitiés (Fig. 3a). On le doit à la grande fréquence des crues et à leur plus grande intensité, avec d'importants transports solides et un pouvoir éminemment destructeur (Photo 1). Cette vulnérabilité doit néanmoins être relativisée. D'abord par rapport aux autres phénomènes hydrométéorologiques extrêmes, les avalanches faisant par exemple autant de victimes (Fig. 3b).



**Figure 3 – Les victimes liées aux crues torrentielles seules (3a) et à l'ensemble des phénomènes naturels (3b) dans les Pyrénées depuis le XVII<sup>e</sup> siècle**

Elle doit être relativisée surtout dans l'absolu, la mortalité liée aux épidémies, aux pathologies et déficiences physiologiques diverses, voire aux troubles armés, étant nettement plus élevée jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Elle doit être relativisée enfin du point de vue psycho-social, le statut de la vie humaine et de la mort étant également sensiblement différents pour une société évoluant dans des temporalités beaucoup plus contractées qu'aujourd'hui (l'espérance de vie atteint par exemple tout juste 30 ans à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle), régie par le court terme et l'obsession de la « soudure » entre deux récoltes, et pour laquelle par conséquent, les pertes de bâtiments et surtout de récoltes, revêtaient une toute autre importance.

### 2.3. Une forte vulnérabilité économique et fonctionnelle

On peut penser en effet que la vulnérabilité économique et fonctionnelle était sans doute plus durement ressentie. Dans les Pyrénées, les activités agro-pastorales, proto-industrielles et artisanales, ainsi que les voies de communications, en constituaient les enjeux principaux.

Hors les pertes en vie humaine et les destructions de bâti le cas échéant, la conséquence première des crues torrentielles était bien souvent les pertes de récolte. Ces pertes pouvaient n'être que passagères quand il s'agissait de la récolte sur pied, emportée par les eaux, hachée par la grêle, ensablée ou encore « niellée » : ainsi le 3 juillet 1750 à Lassur (Ariège) où « la communauté a perdu toutes ses récoltes et la terre des champs et des prés a été entraînée par le torrent des eaux » (AD09, 1 C 27). Mais il a pu arriver que ces pertes soient définitives, quand les terrains étaient emportés en bord de rivière ou par des ravines s'ouvrant sur les versants : ainsi le 30 août 1762 dans la baronnie de Miglos (Ariège), où 640 arpents de terre auraient été entraînés (soit plus de 300 hectares !). Pertes quasi définitives également quand les terroirs se trouvaient stérilisés par d'épais dépôts torrentiels impossibles à évacuer : les crues et laves torrentielles amoncelèrent ainsi 4 m de débris à Saint-Lary (Hautes-Pyrénées) en juillet 1834 (Antoine, 1995) et 400 000 m<sup>3</sup> de déjections sur 2 m d'épaisseur à Vicdessos (Ariège) en juin 1875 (AD31, Fonds RTM 3530/01 et 3530/20), recouvrent 12 hectares de terrains à Perles-et-Castelet (Ariège) toujours en juin 1875 (AD09, 7M11), abandonnent des blocs de 5 m<sup>3</sup> dans les rues et les champs de Vignec (Hautes-Pyrénées) en 1872 (Antoine, 1995)... Evoquant la crue de 1613 soixante ans plus tard (vers 1670), les habitants de Verdun se plaignent par exemple que « beaucoup de pièces de terre furent entièrement ruinées, sans avoir pu être remises, comme il paraît encore par la grande quantité de rochers que le torrent y conduisit » (Pasquier, 1882).

Aux pertes de récoltes s'ajoutaient parfois des pertes de bois : un simple bosquet à Miglos le 3 juillet 1750, mais 30 arpents de bois à Luzenac à la même date (soit une quinzaine d'hectares) (AD09, 1C27), ou encore une partie de la forêt du Moudang à Aragnouet (Hautes-Pyrénées) le 27 juillet 1834 (Antoine, 1995)... Et on sait la ressource essentielle que constituaient les bois, tant pour les particuliers (chauffage, construction, ressource fourragère et pastorale) que pour la collectivité et les activités proto-industrielles (métallurgie au bois, étais de mine, construction des ponts...). De façon plus exceptionnelle bien qu'on ait plusieurs exemples, les crues torrentielles ont pu emporter du bétail : à Bouan (Ariège) vers 1670 (Pasquier, 1882), le

6 juin 1883 à Lège (Haute-Garonne) (Antoine, 1994), 17 vaches et brebis le 27 juillet 1834 à Aragnouet (Hautes-Pyrénées) (Antoine, 1995), 600 têtes le 23 juin 1875 à Verdun (Ariège) (AD09, 7M11)...

Un autre enjeu économique se trouvait très exposé aux crues : les bâtiments artisanaux et industriels, la plupart étant mus par l'énergie hydraulique et donc situés sur ou à proximité immédiate des torrents : forges et martinets, scieries à bois et à marbre, moulin à grains, à plâtre, à jayet, tanneries, foulons... Parfois détruits, comme en juillet 1750 à Luzenac où le moulin et la forge sont emportés par les crues de l'Ariège et du torrent de *Sourtadel* (AD09, 1 C 27) ou à Bagnères-de-Luchon en juillet 1925 quand l'usine hydroélectrique de la Picadère est littéralement enfouie sous les laves torrentielles du *Gouron* (Antoine, 1994), leur activité a toujours été fortement perturbée par les grosses crues torrentielles : murs riverains défoncés, pièces de machinerie hydraulique et canaux d'amenée et de fuite détruits ou plus ou moins complètement engravés, chemins d'accès coupés. Les papiers de la Réformation forestière conduite par L. De Froidour en 1669 indiquent par exemple que les forges de Château-Verdun (Ariège) « *sont à présent partie démolies et abandonnées, et partie rétablies ou changées suivant que les inondations, ravines des eaux des torrents, ou autres accidents les y ont contraintes* » (AD31, B, Eaux et Forêts, Maîtrise de Pamiers, carton E1). La « chôme » des ces usines après les crues se soldait par un manque à gagner incontestable, si l'on considère par exemple que dans le Pays de Foix à cette époque, alors que la population est estimée à 80 000 habitants, « *le fer est la seule denrée qui peut y attirer de l'argent et qui donne à vivre à plus de dix mille personnes* » (AD09, 2B31, jugement de la Réformation).

Enfin, dernier enjeu économique et fonctionnel, les ponts avaient particulièrement à souffrir des crues. Tous les ponts sont ainsi emportés par les crues du 24 décembre 1705 en Vicdessos (Ariège) (AD09, 145 E Supp. BB3) ou de septembre 1726 sur la Neste d'Aure (Hautes-Pyrénées) (Antoine, 1995). Les ponts de bois, l'immense majorité jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, étaient vulnérables à la moindre crue, mais ils étaient rapidement rétablis. Ils n'avaient en outre bien souvent qu'un intérêt local et pouvaient être facilement contournés. Plus résistants et ne cédant que face aux fortes crues, les ponts de pierre étaient par contre d'un tout autre intérêt stratégique, et leur coupure préjudiciable à l'économie locale mais aussi régionale voire nationale, car verrouillant souvent l'accès aux vallées et commandant de nombreuses activités économiques et commerciales tributaires du transport de matières premières : bois, charbon, fers, marbres... Leur réparation ou leur reconstruction nécessitaient plus de temps et d'argent, occasionnant ainsi de fortes impositions locales. On peut citer parmi ces ponts stratégiques ceux de Saint-Béat sur la Garonne (cité dite « Clef de France »), des Cabannes en Haute-Ariège, d'Arreau ou de Bazus pour la Neste d'Aure...

Il apparaît donc que la vulnérabilité économique des sociétés montagnardes était sans doute la plus sensible. Elle revêtait en outre deux dimensions. Une dimension « individuelle » et locale, quand les pertes, temporaires ou définitives, concernaient les ressources vivrières (champs, prêtres, bois...), posant ainsi un problème majeur de subsistance dans une société dont la préoccupation essentielle était la soudure entre deux récoltes. Une dimension plus collective ensuite, sensible à une autre échelle territoriale, quand les pertes ou les perturbations concernaient les activités industrielles et les réseaux de communications. Par ailleurs, cette vulnérabilité face aux crues torrentielles doit être mise en perspective des autres facteurs de vulnérabilité économique et fonctionnelle, et donc être relativisée : les pertes de récoltes étaient plus couramment le fait des aléas climatiques en général (printemps froids, étés pourris, grêle...) ; les crues torrentielles n'ont jamais non plus mis directement en péril l'activité métallurgique catalane en Ariège, laquelle a plus sûrement souffert de la pénurie de bois au XVIII<sup>e</sup> siècle et s'est définitivement éteinte dans les années 1880 face à l'avènement des hauts-fourneaux et l'importation des fers étrangers ; enfin, ce sont sans nul doute les conflits armés avec l'Espagne qui perturbèrent le plus durablement les flux commerciaux.



### 3. Les stratégies d'adaptation des sociétés montagnardes

Le concept d'adaptation connaît la même volatilité terminologique que celui de vulnérabilité, et ses contours sémantiques doivent donc également être précisés. Il est d'ailleurs quelque peu artificiel d'évoquer l'adaptation des sociétés indépendamment de leur vulnérabilité, car la première n'est que la mise en œuvre des procédures de réduction de la seconde. Par ailleurs, les modalités d'adaptation des sociétés conditionnent un autre concept-clé, celui de leur résilience.

Concept issue de la biologie, puis de l'anthropologie sociale (Simonet, 2009), l'adaptation peut-être définie dans un contexte social comme un processus, une action, ou encore l'évolution d'un système (ménage, communauté, groupe, secteur, région, pays) l'amenant à mieux supporter et assimiler les changements, les contraintes et les risques, de quelque nature qu'ils soient. L. Piaget (1967) a été le pionnier de la transposition théorique du concept d'adaptation de la biologie vers les sciences humaines et sociales, faisant en particulier un distinguo fondamental entre l'adaptation-processus – actions continues visant l'équilibre d'un système soumis à des *stimuli*, des changements –, qui conduit à l'adaptation-état, finalité temporaire caractérisée par une (ré-)organisation et le retour à la stabilité du système après qu'il ait intégré les changements. Concernant l'adaptation dans le contexte des relations systémiques entre sociétés humaines et environnement, les travaux décisifs sont ceux menés par le sociologue E. Morin (1985). Mais l'adaptation était déjà une notion chère à l'Ecole Géographique de Chicago dans les années 1920. Elle l'était aussi aux géographes vidaliens de la première partie du XXe siècle, qui avaient trouvé là un moyen d'échapper aux procès en déterminisme dans leur analyse des relations entre le milieu naturel et les sociétés humaines (Antoine, 2010). Dans les années 1980, les travaux sur les risques et les catastrophes naturelles, qui ont longtemps mobilisé le concept d'ajustement, notamment chez G. F. White, renouvellent le concept, en l'appliquant à la capacité des sociétés à réduire leur vulnérabilité face aux risques (Burton *et al.*, 1978).

Dans le champ du changement climatique, l'adaptation a été récemment définie par plusieurs auteurs (Adger, 2006 ; Gallopin, 2006 ; Smit, Wandel, 2006) et les experts du GIEC (Pachauri, Reisinger, 2007) comme un « *ajustement des systèmes naturels ou anthropiques en réponse aux stimuli climatiques réels ou attendus ou de leurs effets, qui en diminue les dommages ou tire parti de leurs aspects positifs* », cette adaptation pouvant être anticipative (ou proactive, *i.e. avant que les effets des changements ne soient observables*), autonome (ou spontanée, *i.e. de manière inconsciente et indirecte vis-à-vis des stimuli climatiques*), planifiée (*résultant d'une stratégie délibérée basée sur une perception claire du fait que les conditions ont changé*), privée ou publique.

On ne peut transposer à l'identique un tel schéma d'analyse dans le cadre des changements de la dynamique torrentielle au cours du PAG. Notamment parce que les sources archivistiques ne permettent pas toujours de repérer les stratégies guidant les interventions face au risque torrentiel, et qu'elles ne rendent compte en général que du discours des élites, celui des particuliers apparaissant finalement très rarement. Selon un triptyque issu de la psychologie du comportement, de la sociologie et du management des organisations (Lazarus, Folkman, 1984 ; Paulhan, Bourgeois, 1995 ; Koenig, 1996), on se bornera donc à distinguer trois types élémentaires de stratégies d'adaptation à l'exacerbation de la torrentialité au PAG : l'évitement, l'affrontement, l'accommodation.

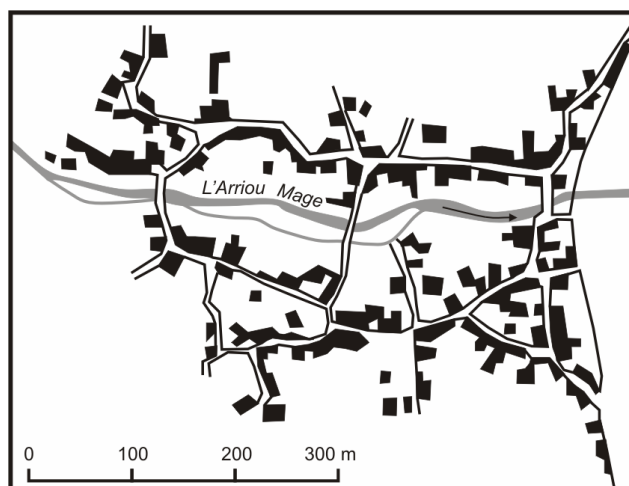
#### 3.1. Les stratégies d'évitement

On entend par là les pratiques et les actions visant à limiter les effets des phénomènes sur les enjeux propres aux sociétés montagnardes. Ces stratégies s'apparentent beaucoup à la protection dite « passive » qui vise à réduire la vulnérabilité dans la terminologie ingénieriale. Ces stratégies d'évitement concernent le foncier bâti et, par conséquent aussi, la vulnérabilité

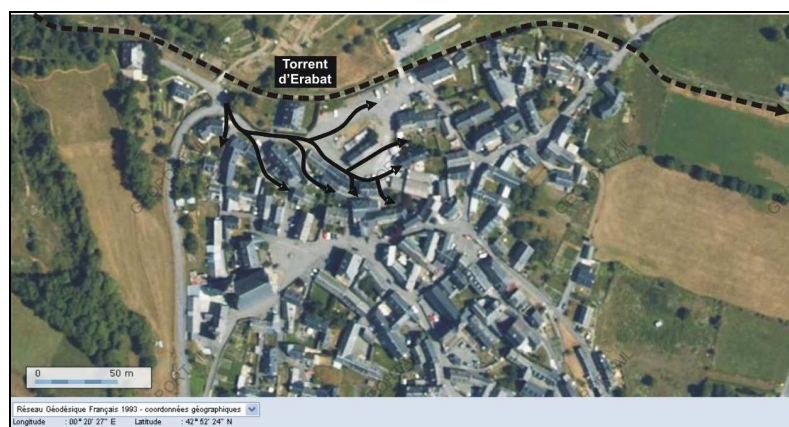


humaine, ainsi que le foncier non bâti. Elles peuvent être d'initiative privée ou, plus fréquemment compte tenu de la dimension spatialement diffuse de la torrentialité sur les territoires, d'initiative collective et communautaire.

L'habitat dans sa forme collective présente en montagne des structures d'organisation variées, dont certaines traduisent incontestablement une prise en compte du risque torrentiel. On évoquera pour mémoire les villages établis dès leur origine à l'abri des crues torrentielles sur des verrous rocheux surélevés, en pied de versant, ou encore sur les marges des cônes de déjection torrentiels. Mais il est aussi des villages établis sur les cônes de part et d'autre du torrent, et qui ménagent par exemple des îlots non bâtis, sorte d'espaces de « liberté », et en tout cas de sécurité, vis-à-vis des épandages torrentiels (Fig. 4). Sans qu'on puisse dire si les villages ont été construits ainsi dès l'origine, ou si ces vides correspondent à du bâti détruit lors des crues et non reconstruit. D'autres villages sont établis longitudinalement, parallèlement mais à quelque distance du torrent, perchés sur des interfluvies surélevés entre deux génératrices. Enfin, il est des habitats villageois agglomérés sur les berges immédiates des torrents et où la prise en compte du risque se manifeste par la structure du réseau viaire en arête de poisson, ménageant des échappatoires diverticulés aux flux torrentiels, les bâtiments en tête de rue jouant alors le rôle d'étrave (Fig. 5).



**Figure 4 – Village de Bielle, Pyrénées-Atlantiques  
(d'après cadastre napoléonien, AD 64)**



**Figure 5 – Adaptation du réseau viaire aux épandages torrentiels (Ancizan, Hautes-Pyrénées)  
(Source : IGN Géoportail)**

Concernant l'architecture de l'habitat individuel, si on connaît les dispositifs d'adaptation aux avalanches, aussi bien dans les Pyrénées (Barrué-Pastor, Barrué, 1998) que dans les Alpes (Schoeneich, Busset-Henchoz, 1998), les pratiques vernaculaires de ce type à propos des crues torrentielles semblent beaucoup plus rares. Elles se cantonnent à des façades laissées à dessein aveugles en bordure du torrent (Eup, Haute-Garonne), ou encore au renforcement par des blocs cyclopéens et en forme d'étrave des soubassements des bâtiments (Billière, Haute-Garonne).

L'endiguement, les confortements de berges, les épis ou éperons sont par contre des dispositifs beaucoup plus répandus, tant comme protection de l'habitat que des terroirs agropastoraux. La construction de ces ouvrages a néanmoins été de tout temps au centre de conflits de riverains s'accusant mutuellement de se renvoyer le torrent. Mais on a des exemples où ces ouvrages de protection semblent de toute apparence avoir été mis en place de façon concertée : ainsi au hameau d'Artiès à Auzat, la clôture des parcelles par des murs à pierres sèches dans la zone inondable débouche sur une protection en cascade des prés aval par les prés amont, et ménage également des zones d'atterrissements et de piégeage de l'alluvionnement torrentiel (Fig. 6).



**Figure 6 – Hameau d'Artiès, Auzat (Ariège) - Endiguement parallèle au torrent et protection en cascade des parcelles aval par les parcelles amont.**  
(Source : IGN Géoportail)

A mi-chemin entre pratiques collectives et pratiques privées, on a aussi observé que les cônes de déjection faisaient l'objet d'une utilisation différenciée de leurs différents secteurs (Antoine, Desailly, 2001) : les franges distales (basses), aux sols plus épais, plus argileux et de granulométrie plus fine, étaient généralement dévolus aux cultures, alors que les secteurs apicaux (sommitaux), souvent jonchés de matériaux grossiers, en surface comme en profondeur, étaient plutôt réservés aux prairies pouvant être utilisées en l'état par les troupeaux et ne nécessitant aucun épierrage. C'est un peu sur le même registre que s'inscrit la constitution d'un parcellaire en lanière à proximité des cours d'eau et perpendiculairement à celui-ci, de manière à « répartir » entre tous et minimiser pour chacun, les inconvénients de la dynamique fluvio-torrentielle (débordements, érosions de berges, atterrissements, défluviations...). On ne sait rien par contre d'une éventuelle évolution des pratiques culturelles visant par exemple à éviter que les récoltes ne subissent les orages estivaux.

### 3.2. Les stratégies d'affrontement

Ces stratégies s'attaquent directement à la menace torrentielle, en tentant, si ce n'est de l'éradiquer, du moins d'en limiter l'intensité : c'est une posture assez proche de la défense dite « active » qui joue sur l'aléa qu'elle tente de réduire significativement. Les actions de ce type sont généralement mises en œuvre sur les hauts versants, relativement loin des enjeux qu'elles sont censées protéger uniformément. Elles se traduisent essentiellement à partir du XVII<sup>ème</sup> siècle, par l'élaboration et la mise en place d'un encadrement législatif et réglementaire des pratiques agro-pastorales et d'aménagement de l'espace montagnard, visant à atténuer la vigueur de la torrentialité sur les versants et ses effets en fond de vallée.

Dès le XVII<sup>ème</sup> siècle, se généralise par exemple la mise en défens de bois (les « debès ») pour atténuer la torrentialité : ainsi à Tarascon en 1690 où « *Il y a un bois appelé Labécède sur le penchant d'une montagne de contenance d'environ quarante arpents d'essence de chêne de la grosseur de la jambe, lequel les habitants conservent avec soin à cause qu'étant fort près de leur ville, cela les garantit des torrents dont une partie de la ville fut emportée, il y a environ soixante ans, lequel les habitants ont fait croître et le conservent pour se garantir de semblables désordres* » (AD 09, 1 C 234). A Siguer (Haut-Videssos), à la même époque, c'est pour prémunir le hameau de *Centraus* des avalanches que le bois d'*Ordenabèze* est de la même façon préservé.

Les choses se précisent au cours du XVIII<sup>ème</sup> siècle, au cours duquel nous avons montré comment la montée des périls torrentiels avait conduit les consuls de la baronnie de Château-Verdun (Ariège) à s'alarmer dès 1743, pour finalement prendre des mesures d'interdiction des défrichements et de l'exploitation des bois à partir de 1757 : « *les particuliers défrichent dans les quartiers ce qui provoque des ravines si considérables que les meilleures possessions se trouvent ou entièrement emportées ou couvertes d'une si grande quantité de grosses pierres qu'il est impossible aux particuliers de les remettre en culture... [...] au point que les ravines ont grossi et se sont multipliées et que plusieurs villages sont en danger évident d'être enlevés... [...]* » (Délibération consulaire du 21/09/1776 ; Antoine, 1993). Cet encadrement de l'usage des espaces sylvo-pastoraux à visée sécuritaire atteindra son apogée dans la seconde partie du XIX<sup>ème</sup> siècle avec l'intervention de l'Etat et la promulgation des lois sur le reboisement et la restauration des terrains en montagne (lois de 1860, 1864 et 1882).

### 3.3. Les stratégies d'accommodation

On entend par là les processus conduisant les sociétés montagnardes à intégrer le risque torrentiel, à l'accepter, à comprendre son fonctionnement de manière à pouvoir y faire face à court terme (au moment du phénomène par exemple) ou à moyen terme (dispositif de protection), de même qu'à en effacer les conséquences néfastes pour la poursuite des activités socio-économiques quand il se réalise.

On sait la diversité des pratiques mémorielles et leur rôle dans l'accommodation culturelle des sociétés traditionnelles au risque (J. Candau, 1996). Ces pratiques visaient plusieurs objectifs, de l'information des générations futures et la transmission des connaissances empiriques accumulées au cours des temps, à la conjuration du sort, ou encore la mise en perspective d'une catastrophe venant de se produire pour en faciliter l'acceptation. Cette mémoire collective était donc soigneusement entretenue. En Valais suisse, elle était ainsi formalisée par les « écrits », chroniques familiales tenues sur plusieurs générations à partir du XVIII<sup>ème</sup> siècle et faisant une large place aux catastrophes avalancheuses (Schoeneich, Buchet-Henchoz, 1998). Dans les Pyrénées, M. Barrué-Pastor et M. Barrué (1998) ont montré que cette mémoire, encore vivace aujourd'hui au sein des familles-souche du Lavedan (Hautes-Pyrénées), se transmettait sous forme orale.

Bien qu'on n'ait pas d'exemple du même ordre pour la torrentialité, il fait peu de doute qu'une mémoire de ces phénomènes existait dans les Pyrénées, utile pour ne pas s'exposer

inconsidérément. Certains cônes de déjections sont par exemple soigneusement évités par l'habitat, et il a été montré qu'ils étaient le siège des phénomènes, si ce n'est les plus fréquents, tout au moins les plus brutaux. D'autres sont occupés par de l'habitat dispersé mais de façon avisée sur le cône, à l'abri des crues. L'absence de documents écrits conduit à conclure que la transmission de cette mémoire, voire d'une culture du risque, était orale. Les vecteurs mémoriels ont pu prendre des formes curieuses, par exemple à travers les sobriquets, ou chaffres, dont ont été affublés les habitants de certains villages : ceux de Vignec (Hautes-Pyrénées), maintes fois inondés par les crues torrentielles depuis au moins le XVII<sup>ème</sup> siècle, étaient ainsi surnommés « *eths engraverats* », littéralement « ceux recouverts de graviers, de boue », alors que, pour les mêmes raisons, ceux d'Artiès dans le Val d'Aran (haute vallée de la Garonne espagnole) étaient appelés les « *aigualits* » (les « noyés ») (Antoine, 1999 ; Grosclaude *et al.*, 2000). Dans le même ordre d'idée, le passage à la postérité et au statut d'événement-étalon des grandes inondations reposait sur l'attribution d'un nom spécifique permettant de les distinguer les unes des autres : *aigat de San Barthomeu* dans les Pyrénées-Orientales (24 août 1842), *aigat de San Barnabé* (11 juin 1712), *aigat dets Rameous* (début avril 1770), *aigat de la Paur* (février 1793) et *aigat de San Joan* (24 juin 1875) dans le bassin de la Garonne par exemple<sup>(3)</sup>. Mais cette mémoire pouvait se fonder sur des supports plus matériels : croix portant la date de l'événement (Tignac, Ariège, 1631), plaque (Photo 1) ou inscription commémorative (« *L'eau ici passa* » sur le linteau d'une maison de Vielle-Aure, Hautes-Pyrénées), traits de crue sur les ponts, les monuments (Photo 2) ou les façades des maisons, etc...



**Photo 1 - Plaque commémorative de la crue torrentielle du 23 juin 1875 apposée dans l'église de Verdun (Ariège)**

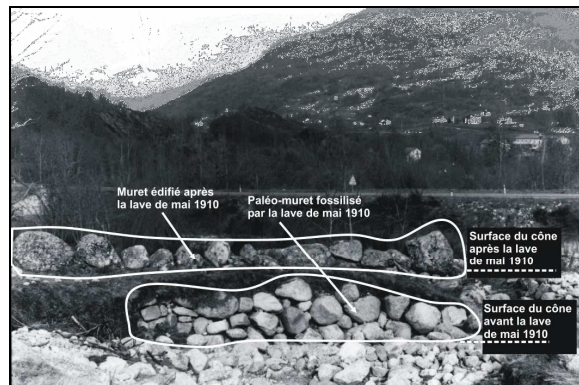


**Photo 2 – Trait de la crue du 23 juin 1875, apposé sur la vierge de Juzet-de-Luchon (Haute-Garonne)**

L'accommodation passait aussi par la capacité à effacer les effets les plus handicapants des crues torrentielles. Sur les cônes de déjection, les parcelles étaient généralement ceintes de murs à pierres sèches les mettant quelque peu à l'abri des engravements liés aux crues mineures à moyennes. Surtout, la confection de ces murs permettait une évacuation et une réutilisation *in situ* des blocs déposés par les plus fortes crues. Lors des événements extrêmes venant recouvrir complètement plusieurs parcelles, voire même la totalité de la surface du cône sur de grandes épaisseurs, ces murets étaient reconstruits avec une précision remarquable sur les mêmes limites (Photo 3).

3 - *Aigats* de la Saint-Barthélémy, de la Saint-Barnabé, des Rameaux, de la Peur, de la Saint-Jean... Dans les langues occitane et catalane, le terme *aigat* (*aiguat*, *aïgat*, *aygat*...) désigne à la fois un fort abat d'eau et l'inondation concomitante.





**Photo 3 – Générations de murets de clôture mis à jour par les ravinelements de la crue torrentielle de mai 1986 sur le cône de déjection du Lagal à Perles-et-Castelet (Ariège)**

Enfin, un autre type d'accommodation était l'utilisation de la catastrophe torrentielle comme alibi dès lors qu'il s'agissait de se soustraire aux différents impôts, d'obtenir une aide financière ou un statut dérogatoire à des obligations et règlements divers, notamment concernant l'usage et l'exploitation des espaces agro-pastoraux ou des ressources (eau, bois, minéral...). Quiconque a eu à se pencher sur les documents d'archive du XVIII<sup>ème</sup>-XIX<sup>ème</sup> siècles n'a pas manqué d'être régulièrement confronté à la figure rhétorique de communautés montagnardes accablées par la rudesse de la montagne, les rigueurs de son climat, les malheurs des temps, les accidents imprévus et les catastrophes diverses dont elle est le théâtre. C'est en effet dès le XVII<sup>ème</sup> siècle que le pouvoir central intervient dans l'accompagnement des catastrophes, on dirait aujourd'hui la post-crise, en accordant des indemnités à la suite d'aléas climatiques, au premier rang desquels les inondations et les crues torrentielles. Jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle, les demandes en réduction d'impôts sont peu fréquentes et interviennent sporadiquement lors d'opérations fiscales telles le dénombrement des feux du Comté de Foix vers 1670, ou encore les enquêtes des *Contrôleurs des Vingtièmes* menées dans les années 1760-1762 pour réévaluer l'assiette des impôts en Comminges (AD 31, C 555 et 591). Ces demandes se généralisent au cours de la seconde moitié du XVIII<sup>ème</sup> siècle, notamment à partir de la grande crue de juillet 1750. Les indemnités restent cependant virtuelles, dans la mesure où elles correspondent souvent à des remises d'arrérages d'impôts divers par le pouvoir royal aux communautés. Elles deviennent enfin une sorte de rituel systématique au XIX<sup>ème</sup> siècle, où elles ne sont pas toujours justifiées.

## Conclusion

Il n'a pas été évoqué *supra* la stratégie, ou la posture, consistant pour les sociétés à fuir, à renoncer ou à être incapable de s'adapter aux changements. On pourrait qualifier cette posture de *renoncement*, et elle traduit en fait une inadaptation de la société aux changements. Ainsi, l'implosion des systèmes agro-pastoraux et l'exode montagnard de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle ont été en partie la conséquence de l'incapacité des sociétés à faire face à la croissance démographique, à intensifier l'exploitation des terroirs tout en préservant les ressources agro-sylvo-pastorales (érosion, extinction...). Cela dit, et dans la plupart des cas, les sociétés montagnardes pyrénéennes ont montré une belle capacité à concevoir des stratégies d'adaptation variées visant à réduire leur vulnérabilité face à la recrudescence de la torrentialité lors du PAG.

Deux chantiers restent néanmoins ouverts. Le premier réside dans la nécessité de concevoir une méthode d'analyse de la vulnérabilité spécifique aux sociétés anciennes, pour lesquelles la valeur des biens et des différents enjeux était sensiblement différente. En effet, dans un monde vivant en autarcie, la soudure entre deux récoltes était la préoccupation – l'obsession –, principale. La valeur de la vie humaine était donc toute relative face à la menace de multiples aléas, souvent d'ailleurs bien plus mortifères que les crues torrentielles (épidémies, famine,

état sanitaire, conflits armés, etc...). Dans ce contexte, la vulnérabilité la plus préoccupante était celle des espaces agro-sylvo-pastoraux et des ressources vivrières.

Restent aussi à élucider les circonstances dans lesquelles se sont développées les stratégies d'adaptation à la torrentialité catastrophique : réponse à la recrudescence des phénomènes torrentiels au cours du *Petit Age Glaciaire*, ou bien adaptations progressives à des phénomènes consubstantiels à l'écologie de la montagne ? La réponse à cette question passe par l'analyse, non pas de l'adaptation-état au sens piagétien (Piaget, 1967 ; cf. *supra*) que nous avons menée ici, mais de l'adaptation-processus qui met en avant les processus sociaux et sociétaux, les étapes, les temporalités ayant conduit à cet état.

## Bibliographie

Adger W.N., 2006, « Vulnerability », *Global Environmental Change*, 16 (3), pp. 268-281.

Alexandre P., 1987, *Le climat en Europe au Moyen-Age. Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale*, Paris, EHESS, 827 p.

Antoine J.-M., 1992, *La catastrophe oubliée. Les avatars de l'inondation, du risque et de l'aménagement dans la vallée de l'Ariège (Pyrénées françaises, fin XVII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles)*, Thèse de doctorat de Géographie, Université de Toulouse-Le Mirail, 495 p.

Antoine J.-M., 1993, « Catastrophes torrentielles et géographicités des sources historiques. Le cas de la Baronnie de Château-Verdun (Pyrénées ariégeoises) au XVIII<sup>e</sup> siècle », *Sources, Travaux historiques*, 33, pp. 51-63.

Antoine J.-M., Desailly B., Métailié J.P., 1993, « La chronologie des crues et phénomènes torrentiels dans les Pyrénées (XVIII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles). Premiers résultats et problèmes d'interprétation », *Risques et aménagement dans les Pyrénées*, Les Cahiers de l'ISARD, n° 4, Toulouse, CNRS-Groupement de Recherche Information Scientifique sur l'Aménagement Régional et le Développement, pp. 31-58.

Antoine J.-M., 1994, *L'histoire des crues fluvio-torrentielles dans la haute vallée de la Garonne et la vallée de la Pique (département de la Haute-Garonne, amont Cierp-Gaud)*, rapport in « Etude sur les crues fluvio-torrentielles et le ruissellement urbain », Ministère de l'Environnement, Délégation aux Risques Majeurs, 41 p.

Antoine J.-M., 1995, *Risques naturels et catastrophes dans les bassins des Nestes, du Nistos et de l'Ourse depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle*, rapport in « Enquête de programmation des

actions RTM dans les bassins d'Aure-Louron, Barousse et Nistos », Tarbes, ONF, DDAF, Service RTM des Hautes-Pyrénées, 102 p.

Antoine J.-M., Desailly B., Métailié J.-P., 1995, « Les grands aïgats du XVIII<sup>e</sup> siècle dans les Pyrénées », *Les catastrophes naturelles dans l'Europe médiévale et moderne*, Actes des XV<sup>èmes</sup> Journées Internationales d'Histoire de Flaran, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, pp. 243-260.

Antoine J.-M., 1999, « Accidents naturels », p. 19 in *Le Dictionnaire des Pyrénées : encyclopédie illustrée France-Espagne*, A. Lévy (dir.), Toulouse, Editions Privat.

Antoine J.-M., Desailly B., 2001, « Habitat, terroirs et cônes de déjection torrentiels dans les Pyrénées commingeoises », in M. Berthe et B. Cursente eds., *Villages pyrénéens – Morphogenèse d'un habitat de montagne*, Université de Toulouse-Le Mirail, p. 27-44.

Antoine J.-M., 2009, « L'histoire du climat par ses extrêmes. Sources géohistoriques et inondations dans les Pyrénées depuis le *Petit Age Glaciaire* », *Archéologie du Midi Médiéval*, 27, pp. 143-155.

Antoine J.-M., 2010, *Géohistoire des catastrophes et des risques torrentiels. Une histoire de l'environnement pyrénéen*, Habilitation à Diriger les Recherches, Université de Toulouse II-Le Mirail, 330 p.

Barriendos Vallvé M., 1993, « Las inundaciones al Pla de Barcelona (siglos XIV-XIX). Aspectes paleoclimáticos del fenómeno », *Actes du III<sup>e</sup> Congrès d'Histoire de Barcelone*, Ajuntament de Barcelona, pp. 275-280.

Barriendos Vallvé M., Martin-Vide J., 1998, « Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the spanish mediterranean coastal area (14th-19th centuries) », *Climatic Change*, 38, pp. 473-491.

- Barrué-Pastor M., Barrué M., 1998, « Mémoire des catastrophes, gestion des risques et architecture paysanne en montagne. L'exemple des vallées du Haut-Lavedan dans les Pyrénées centrales françaises », *Revue de Géographie Alpine*, 86, 2, pp. 25-36.
- Becerra S., Peltier A. (éds.), 2009, *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris, L'Harmattan, 575 p.
- Benito G., Machado M.J., Perez-Gonzalez A., 1996, « Climate change and flood sensitivity in Spain », in J. Branson, A. G. Brown & K.J. Gregory éds., *Global continental changes : the context of paleohydrology*, London, Geological Society Special Publication n° 115, pp. 85-98.
- Bourdel C., Gomez D., 1994, *Le risque d'inondation dans le bassin hydrologique de l'Aude*, Mémoire de maîtrise de Géographie, Université de Toulouse - le Mirail.
- Brazdil R., Glaser R., Pfister C., Dobrovolny P., Antoine J.-M., Barriendos M., Camuffo D., Deutsch M., Enzi S., Guidoboni E., Kotiza O., Rodrigo F.S., 1999, « Floods events of selected european rivers in the sixteenth Century », *Climatic Change*, 43, n° 1, pp. 239-285.
- Burton I., Kates R.W., White G.F., 1978, *The environment as hazard*, New York, Oxford University Press.
- Candau J., 1996, *Anthropologie de la mémoire*, Paris, PUF, QSJ n° 3160.
- Carozza J.-M., Odier Th., Valette Ph., 2009, « Réponse des bassins versants du Roussillon entre le XII<sup>ème</sup> et le XIX<sup>ème</sup> siècle : un impact du Petit Age Glaciaire ? », *Archéologie du Midi Médiéval*, 27, pp. 207-215.
- Delumeau J., Lequin Y. éds., 1991, *Les malheurs du temps. Histoire des fléaux et des calamités en France*, Paris, Larousse, 519 p.
- Desplat Ch., 1995, « Pour une histoire des risques naturels dans les Pyrénées occidentales françaises sous l'ancien Régime, *Les catastrophes naturelles dans l'Europe médiévale et moderne*, Actes des XV<sup>èmes</sup> Journées Internationales d'Histoire de Flaran, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, pp. 115-164.
- Gallopin G.C., 2006, « Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity », *Global Environmental Change*, 16 (3), pp. 293-303.
- Garnier E., 2009, « Bassesses extraordinaires et grandes chaleurs. 500 ans de sécheresses et de chaleurs en France et dans les pays limitrophes », pp. 3-23 in *Etiages, sécheresses, canicules rares et leurs impacts sur les usages de l'eau*, Paris, Société Hydrotechnique de France.
- Grosclaude M., Le Nail J.-F., Boisgontier J., 2000, *Dictionnaire toponymique des communes des Hautes-Pyrénées*, Tarbes, Conseil général des Hautes-Pyrénées, Mission culture occitane.
- Grove J. M., 1988, *The Little Ice Age*, Routledge, London.
- Henry S., 1985, *Comminges et Couserans*, Toulouse, Privat, coll. « Pays du Sud-Ouest ».
- Koenig G., 1996, *Management stratégique: paradoxes, interactions et apprentissages*, Paris, Nathan.
- Lamb H. H., 1977, *Climate - Present, Past and Future*, vol. 2, *Climatic history and the future*, Londres, Methuen, 837 p.
- Lamb H.H., 1991, *Historic Storms Of The North Sea, British Isles And Northwest Europe*, New-York, Cambridge University Press, 1991, 204 p.
- Lazarus R.S., Folkman S., 1984, *Stress, appraisal and coping*, New York, Springer.
- Leone F., Vinet F., 2006, « La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels », pp. 9-25 in F. Léone, F. Vinet (éds.), 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Géorisque n° 1, Montpellier, 140 p.
- Le Roy Ladurie E., 1967, *Histoire du climat depuis l'An Mil*, Paris, Flammarion, 374 p.
- Métailié J.P. dir., 1991, *Le torrent et le fleuve : risques, catastrophes et aménagement dans les Pyrénées et leur piémont. Fin XVII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles*, rapport ATP-PIREN CNRS, Toulouse, Université de Toulouse le Mirail-CIMA URA-366 CNRS.
- Morin E., 1985, *La vie de la vie. La Méthode*, t. 2, Paris, Le Seuil.
- Pachauri R.K., Reisinger A. éds., 2007, *Bilan 2007 des changements climatiques*.



- Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, Genève, GIEC, 103 p.
- Paulhan I., Bourgeois M., 1995, *Stress et coping : les stratégies d'ajustement à l'adversité*, Paris, PUF.
- Pasquier M.F., 1882, « Demande en réduction d'impôt présentée sous Louis XIV par les habitants de la baronnie de Château-Verdun », *Bulletin de la Société Ariégeoise des Sciences, Lettres et Arts de l'Ariège*, n° 1, pp. 35-47.
- Pavese M.P., Banzon V., Colacino M., Gregori G.P., Pasqua M., 1995, « Three historical data series on floods and anomalous climatic events in Italy », in R.S. Bradley, P.D. Jones eds., *Climate since AD 1500*, London, Routledge, pp. 155-170.
- Pfister Ch., 1988, *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860, Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*, Bern et Stuttgart, 2 vol.
- Pfister Ch., 2007, « Climatic extremes, recurrent crises and witch hunts : strategies of European societies in coping exogenous shocks in the late sixteenth and early seventeenth centuries », *The Medieval History Journal*, 10, 1-2, pp. 33-73.
- Pfister Ch., 2010, « The vulnerability of past societies to climatic variation : a new focus for historical climatology in the twenty-first century », *Climatic Change*, 100, pp. 25-31.
- Pfister Ch., Brazdil R., 2006, « Social vulnerability to climate in the Little Ice Age : an example from Central Europe in the early 1770s », *Climate of the Past*, 2, pp. 123-155.
- Piaget J., 1967, *Biologie et connaissance : essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*, Paris, Gallimard.
- Pichard G., 1995, « Les crues sur le bas-Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique », *Méditerranée*, 3-4, pp. 105-116.
- Reghezza M., 2006, « La vulnérabilité : un concept problématique », pp. 35-39 in F. Léone, F. Vinet (éds), 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Géorisque n° 1, Montpellier, 140 p.
- Schoeneich P., Busset-Henchoz M.-C., 1998, *Les Ormonans et les Leysenouds face aux risques naturels. Représentation des risques naturels et stratégies d'occupation du territoire dans la Vallée des Ormonts (Préalpes vaudoises)*, Rapport final PNR 31, Zürich, Vdf, 230 p.
- Simonet G., 2009, « Le concept d'adaptation : polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques », *Natures, Sciences, Sociétés*, 17, pp. 392-401.
- Smit B., Wandel J., 2006, « Adaptation, adaptive capacity and vulnerability », *Global Environmental Change*, 16 (3), pp. 282-292.
- Smithers J., Smit B., 1997, « Human adaptation to climatic variability and change », *Global Environmental Change*, 7 (2), pp. 129-146.